

AA

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-326285

(43)Date of publication of application : 25.11.1994

(51)Int.Cl.

H01L 27/14
G02B 3/00

(21)Application number : 05-114888

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 17.05.1993

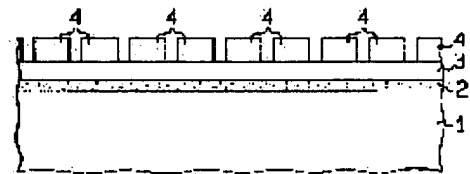
(72)Inventor : JITSUZAWA YOSHISUE
AOE HIROYUKI

(54) MANUFACTURE OF MICROLENS

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a high performance microlens excellent in productivity, by forming a doped silicate glass film on an isomeric base film whose softening temperature is higher than a silicate glass film, and reflowing the glass film.

CONSTITUTION: Each element of a solid state image sensor is formed on a silicon substrate 1. A silicon oxide film 2 is formed on the surface of the silicon substrate 1, so as to cover each of the elements. A BPSG film 3 is formed to be, e.g. 800nm thick on the silicon oxide film 2. As to the composition of the BPSG film 3, about 6wt.% of phosphorus and 4wt.% of boron are desirable in order to obtain the softening temperature of about 900°C. The part where microlenses are to be formed on the BPSG film 3 surface is masked with photoresist 4, and the BPSG film 3 is anisotropically etched until the base silicon oxide film 2 is exposed. The anisotropically etched BPSG film 3 is subjected to glass reflow and softened. Thereby a semi-spherical microlens group can be formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.05.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-326285

(43)公開日 平成6年(1994)11月25日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 27/14				
G 0 2 B 3/00	A	8106-2K 7210-4M	H 0 1 L 27/ 14	D

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-114888

(22)出願日 平成5年(1993)5月17日

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 実沢 佳居

大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋
電機株式会社内

(72)発明者 青江 弘行

大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋
電機株式会社内

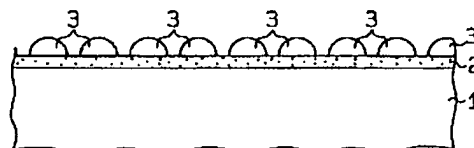
(74)代理人 弁理士 恩田 博宣

(54)【発明の名称】 マイクロレンズの製造方法

(57)【要約】

【目的】生産性に優れ高性能なマイクロレンズを製造する。

【構成】シリコン基板1上に固体撮像素子の各素子(図示略)を形成する。そして、当該半導体素子を覆うようにシリコン基板1の表面にシリコン酸化膜2を形成する。続いて、シリコン酸化膜2の上にBP SG膜3を適宜な厚さ(例えば800nm)だけ形成する。一般的なフォトリソグラフィーを用い、BP SG膜3の表面のマイクロレンズを形成したい部分をフォトレジスト4でマスクングする。フォトレジスト4をマスクとして、下地のシリコン酸化膜2が露出するまでBP SG膜3を異方性エッチングする。異方性エッチングしたBP SG膜3にガラスリフローを行って軟化させる。すると、円柱状のBP SG膜3が、表面張力によって半球状のレンズ形状に変形する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 不純物を添加した適宜な膜厚のシリケートガラス膜(3)を、当該シリケートガラス膜(3)より軟化温度が高い下地異種膜(2)上に形成する工程と、当該シリケートガラス膜(3)にガラスリフローを行う工程とを備えたことを特徴とするマイクロレンズの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はマイクロレンズの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、固体撮像素子などの半導体光デバイスにマイクロレンズを設けることが考えられており、そのようなマイクロレンズの製造方法について種々の提案がなされている。しかしながら、従来提案されている方法は、具体的に実施するのが困難であるばかりでなく、歩留りが悪いものばかりであった。

【0003】例えば、特開平3-169076号公報(国際特許分類 H01L 27/14)では、フォトレジストパターンを所定の温度(100~150°C/数十分)で熱処理することにより、流動させてマイクロレンズを形成している。

【0004】しかしながら、この方法では、レンズ自体がフォトレジストによって形成されているため、①物理的な強度が低い、②接着性が悪い、③一般に用いられるフォトレジストは有色(黄色または赤色)であるため可視光域では使えない、④比較的低温で形成可能であるという利点を裏返せば、そのまま耐熱性の悪さ(変形や変色)や耐久性の低さという欠点につながる、などの問題があった。

【0005】また、特公平5-12864号公報(国際特許分類 H01L 27/14, G02B 6/42)では、以下の方法によってマイクロレンズを形成している。まず、アクリル系樹脂(ポリグリシジルメタクリレートやポリメチルメタクリレートなど)の上に、前記特開平3-169076号公報と同様にしてフォトレジストによるマイクロレンズを形成する。その後、エッチバックによって、フォトレジストに形成したレンズ形状をアクリル系樹脂に転写し、アクリル系樹脂によるマイクロレンズを形成する。

【0006】しかしながら、この方法では、①製造プロセスが複雑である、②フォトレジストとアクリル系樹脂のエッチ速度が同一であったとしても、フォトレジストに形成したレンズ形状をアクリル系樹脂に正確に転写するためのプロセス制御がシビアで極めて難しい、などの問題があった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、生

2

産性に優れ(具体的には、製造プロセスの容易さ、高い歩留り、低いコスト、等)、高性能(具体的には、物理的な強度の高さ、良好な接着性、無色で高透明度、高い耐熱性および耐久性、等)なマイクロレンズの製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、不純物を添加した適宜な膜厚のシリケートガラス膜を、当該シリケートガラス膜より軟化温度が高い下地異種膜上に形成する工程と、当該シリケートガラス膜にガラスリフローを行う工程とを備えたことをその要旨とする。

【0009】

【作用】不純物を添加したシリケートガラス膜は、当該シリケートガラス膜より軟化温度が高い下地異種膜上に形成した後にガラスリフローを行うと、軟化して流動可能になる。そのとき、表面張力によって、下地異種膜とシリケートガラス膜との境界の幅がほとんど変化しない状態で、軟化したシリケートガラス膜は断面円弧状になる。このように形成された断面円弧状のシリケートガラス膜はレンズとしての集光能力をもっている。

【0010】ここで、添加する不純物を適宜に選択しさえすれば、当該シリケートガラス膜に、物理的な強度、透明度、耐熱性および耐久性がいずれも高く、接着性が良好で無色であるという性質をもたせることができる。そのため、当該シリケートガラス膜によって形成されたマイクロレンズにもこの性質は受け継がれ、高性能なマイクロレンズを得ることができる。

【0011】また、不純物を添加したシリケートガラス膜の形成技術およびガラスリフロー技術は、既に確立している上に極く容易かつ簡単なものであり、当該マイクロレンズの製造にあたっては高い歩留りと低いコストとを両立させることができる。

【0012】さらに、当該マイクロレンズの形状は、当該シリケートガラス膜のパターニング形状とその膜厚とを調整することによって適宜に選択することができる。また、当該シリケートガラス膜の下層に同じ材質のシリケートガラス膜が適宜な膜厚だけ形成されていた場合、当該マイクロレンズの形状は、そのパターニング形状と膜厚との調整に加え、下層のシリケートガラス膜の膜厚を調整することによって適宜に選択することができる。

【0013】

【実施例】以下、本発明を具体化した一実施例のマイクロレンズの製造プロセスを、図1~図4に示す断面図に従って説明する。尚、本実施例では、半導体光デバイスの代表的なものである固体撮像素子の画素毎に集光のためのマイクロレンズを形成する場合を示しており、形成されるのは、半球状のマイクロレンズ群である。

【0014】プロセス1(図1参照)；シリコン基板1上に固体撮像素子の各素子(図示略)を形成する。そして、当該半導体素子を覆うようにシリコン基板1の表面

3

にシリコン酸化膜2を形成する。ここで、シリコン酸化膜2の形成方法はどのようなものでもよい(例えば、熱酸化、CVD法、PVD法、等)。続いて、シリコン酸化膜2の上にBPSG(Boro Phospho Silicate Glass)膜3を適宜な厚さ(例えば800nm)だけ形成する。ここで、BPSG膜3の形成方法はどのようなものでもよい(例えば、低圧または常圧CVD法、それらCVD法とプラズマ法との併用、スパッタリング、粉末ガラス法(Sedimentation法)、等)。尚、BPSG膜3の組成は、リン濃度:約6重量%、ボロン濃度:約4重1%、程度が実用上好ましい。この組成で形成すれば、後記するように、BPSG膜3の軟化温度は900°C程度になる。リン濃度およびボロン濃度をこれより高くするとBPSG膜3の軟化温度が下がる。但し、形成方法にもよるが、リン濃度およびボロン濃度をあまり高くするとBPSG膜3に不要な析出物が生じることになる。

【0015】プロセス2(図2参照);一般的なフォトリソグラフィを用い、BPSG膜3の表面のマイクロレンズを形成したい部分をフォトレジスト4でマスキングする。

【0016】プロセス3(図3参照);フォトレジスト4をマスクとして、下地のシリコン酸化膜2が露出するまでBPSG膜3を異方性エッチングする。ここで、異方性エッチングはどのような方法によって行ってもよい(例えば、反応性イオンエッチング、イオンミシリング、反応性イオンミシリング、等)。

【0017】プロセス4(図4参照);異方性エッチングしたBPSG膜3にガラスリフローを行って軟化させる。ここで、ガラスリフローは、BPSG膜3が軟化しさえすればどのような条件であってもよい(例えば、プロセス1で例示した組成[リン濃度:約6重量%、ボロン濃度:約4重量%]で膜厚(800nm)のBPSG膜3の場合、900°Cの酸素雰囲気中で30分間)。すると、円柱状のBPSG膜3が、表面張力によって半球状のレンズ形状に変形する。

【0018】このように、本実施例においては、シリコン酸化膜2上にBPSG膜3を形成し、そのBPSG膜3をパターニングした後にガラスリフローを行うことによって、半球状のマイクロレンズ群を形成することができる。

【0019】ところで、マイクロレンズの形状を変化させて所望の焦点距離を得るには、BPSG膜3のパターン幅と膜厚とを適宜に変更すればよい。図5(a)は、パターニングした膜厚:800nmのBPSG膜3における、ライン・アンド・スペース(以下、 L/S とする)とリフロー角 θ との関係を示すグラフである。BPSG膜3の膜厚が同じなら、 L/S が大きいほどリフロー角 θ は小さくなる。尚、ここで、 L/S とリフロー角 θ との関係を調べたのは、BPSG膜3の断面をとりやすく

4

するためである(半球状のBPSG膜3では断面をとりにくい)。

【0020】これを利用すれば、マイクロレンズの形状を任意に変化させて所望の焦点距離を得ることができる。図6~図9は、それを模式的に示した断面図である。図6に示すようにパターニングしたBPSG膜3(膜厚: T 、 $L/S:r$)にガラスリフローを行って得られたレンズ形状を図7に示す。同じく、図8に示すようにパターニングしたBPSG膜3(膜厚: T 、 $L/S:R$ 、但し $R>r$)にガラスリフローを行って得られたレンズ形状を図9に示す。シリコン酸化膜2上に形成したBPSG膜3にガラスリフローを行うと、シリコン酸化膜2とBPSG膜3とが接する部分の境界の幅(すなわち、パターンの底の幅)がほとんど変化せずに、ほぼ完全な断面円弧状のレンズ形状を形成することができる。ここで、BPSG膜3の膜厚: T を同じにして L/S を変えると、図7および図9に示すように、膜厚と L/S との比(T/r 、 T/R)によって焦点距離の異なるマイクロレンズが形成されることになる。すなわち、図7に示すように、膜厚と L/S との比(T/r)が大きい場合は、厚いレンズが形成され焦点距離は短くなる。一方、図9に示すように、膜厚と L/S との比(T/R)が小さい場合は、薄いレンズが形成され焦点距離は長くなる。

【0021】ところで、上記プロセス3において、BPSG膜3を異方性エッチングする際に、下地のシリコン酸化膜2が露出するまでエッチングせずBPSG膜3を残存させた場合、残存させたBPSG膜3の膜厚および L/S によっては、レンズ形状が形成されないことがある。

【0022】図6(b)は、パターニングした膜厚:800nmのBPSG膜3において、BPSG膜3を200nmだけ残存させた場合の L/S とリフロー角 θ との関係を示すグラフである。この例では、ある程度(1.5 μm)以上の L/S では、 L/S に関係なくリフロー角 θ が一定(30deg.)になっている。図10~図13は、その様子を示した断面図である。図10に示すように、シリコン酸化膜2が露出するまでBPSG膜3を異方性エッチングした場合は、上記したように、図12に示すようなレンズ形状が形成される。一方、図11に示すように、BPSG膜3を膜厚 t だけ残存させた場合は、図13に示すように、流動化したBPSG膜3が隣接するライン(パターン)と融合してしまい、レンズ形状にならずに平坦な形状や弱いうねりをもった形状になる。

【0023】しかしながら、残存させるBPSG膜3の膜厚 t を適宜に調整することによって、レンズ形状を得ることもできる。例えば、パターニングした膜厚:800nmのBPSG膜3においては、膜厚 $t \leq 50\text{nm}$ とすることによってレンズ形状が得られる。これを逆利用すれば、図14に示すように、パターニングしたBPSG膜

5

3 (膜厚: $T1$, $L/S: r1$) の膜厚と L/S との比 ($T1/r1$) が大き過ぎる場合でも適切なレンズ形状を得ることができる。すなわち、膜厚と L/S との比 ($T1/r1$) が大き過ぎる場合に、下地のシリコン酸化膜2が露出するまでエッチングすると、図15に示すように、リフロー角 θ が 90deg. を越えるオーバーハングが生じる。このとき、図16に示すように、残存させるBPSG膜3の膜厚 t を適宜に調整することにより、流動化したBPSG膜3が隣接するライン (パターン) と融合してオーバーハングが適宜に調整され、図17に示すように、適切なレンズ形状を得ることができる。

【0024】このように、上記各実施例においては、BPSG膜にガラスリフローを行うことによってBPSG膜を軟化させ、表面張力によって半球状のマイクロレンズを形成することができる。BPSG膜は、物理的な強度、透明度、耐熱性および耐久性がいずれも高く、接着性が良好で無色であるという性質を有している。そのため、BPSG膜によって形成されたマイクロレンズにもこの性質は受け継がれ、高性能なマイクロレンズを得ることができる。また、BPSG膜の形成技術およびガラスリフロー技術は、既に確立している上に極く容易かつ簡単なものであり、当該マイクロレンズの製造にあたっては高い歩留りと低いコストとを両立させることができる。

【0025】ちなみに、本発明は上記実施例に限定されるのではなく、以下のように実施してもよい。

1) BPSG膜3の下地のシリコン酸化膜2を、BPSG膜3より軟化温度が高い他の膜 (例えば、ポリシリコン膜、シリコン窒化膜、アルミナ膜、PSG [Phospho-Silicate Glass] 膜、等) に置き換える。この場合も、上記と同様の作用によってマイクロレンズを形成することができる。

【0026】2) BPSG膜3を、他の不純物を添加したシリケートガラス膜 (例えば、PSG膜、BSG [Boro Silicate Glass] 膜、ASG [Alumino Silicate Glass] 膜、その他、ヒ素を含むシリケートガラス膜など) に置き換える。この場合も、上記と同様の作用によってマイクロレンズを形成することができる。また、下地のシリコン酸化膜2を、そのBPSG膜3に置き換えた膜より軟化温度が高い膜に置き換えることができる。

【0027】3) BPSG膜3により半球状のマイクロレンズを形成するのではなく、適宜な形状 (例えば、櫛歯状に並んだ蒲鉾状) のマイクロレンズを形成する。

【0028】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、生

6

産性に優れ (具体的には、製造プロセスの容易さ、高い歩留り、低いコスト、等)、高性能 (具体的には、物理的な強度の高さ、良好な接着性、無色で高透明度、高い耐熱性および耐久性、等) なマイクロレンズを製造することができるという優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を具体化した一実施例のマイクロレンズの製造プロセスを示す断面図である。

【図2】本発明を具体化した一実施例のマイクロレンズの製造プロセスを示す断面図である。

【図3】本発明を具体化した一実施例のマイクロレンズの製造プロセスを示す断面図である。

【図4】本発明を具体化した一実施例のマイクロレンズの製造プロセスを示す断面図である。

【図5】パターンニングしたBPSG膜における、ライン・アンド・スペース (L/S) とリフロー角 θ との関係を示すグラフである。

【図6】本発明を具体化した別の実施例を説明するための断面図である。

【図7】本発明を具体化した別の実施例を説明するための断面図である。

【図8】本発明を具体化した別の実施例を説明するための断面図である。

【図9】本発明を具体化した別の実施例を説明するための断面図である。

【図10】本発明を具体化した別の実施例を説明するための断面図である。

【図11】本発明を具体化した別の実施例を説明するための断面図である。

【図12】本発明を具体化した別の実施例を説明するための断面図である。

【図13】本発明を具体化した別の実施例を説明するための断面図である。

【図14】本発明を具体化した別の実施例を説明するための断面図である。

【図15】本発明を具体化した別の実施例を説明するための断面図である。

【図16】本発明を具体化した別の実施例を説明するための断面図である。

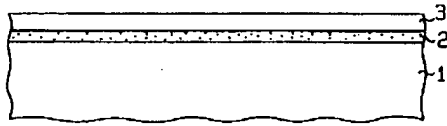
【図17】本発明を具体化した別の実施例を説明するための断面図である。

【符号の説明】

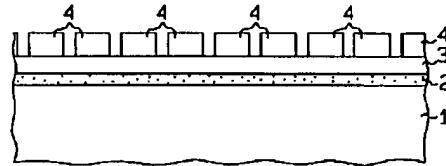
2 下地異種膜としてのシリコン酸化膜

3 不純物を添加したシリケートガラス膜としてのBPSG膜

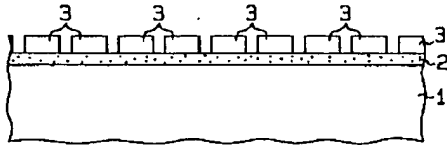
【図1】



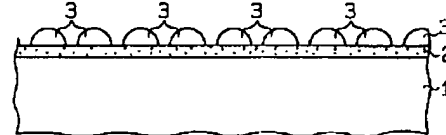
【図2】



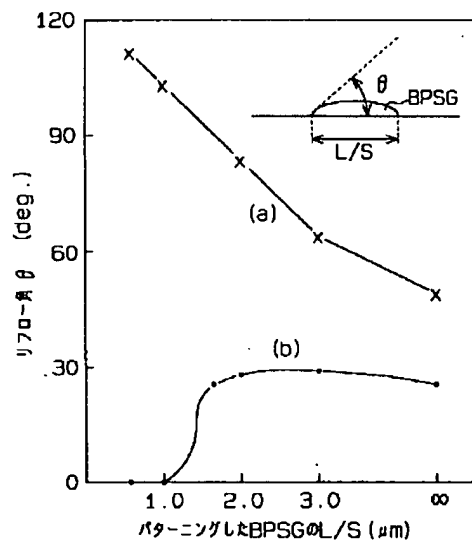
【図3】



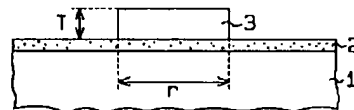
【図4】



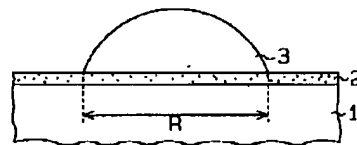
【図5】



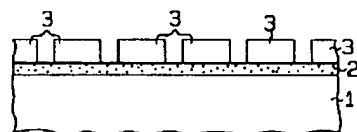
【図6】



【図9】

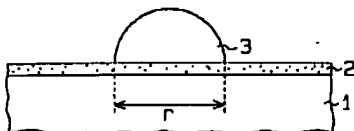


【図10】

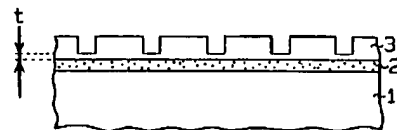
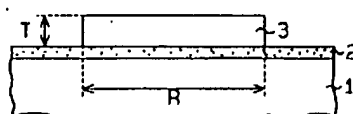


【図11】

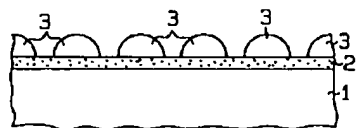
【図7】



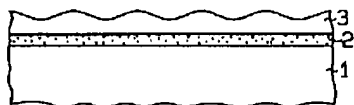
【図8】



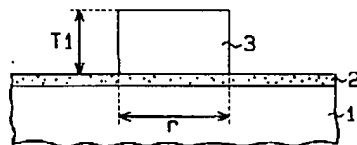
【図12】



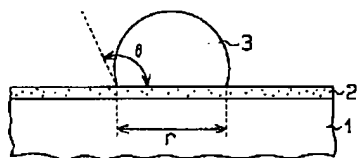
【図13】



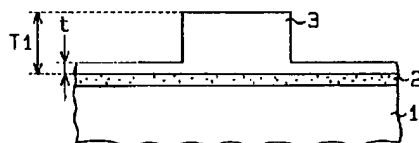
【図14】



【図15】



【図16】



【図17】

